



# CONTROL DE PROCESOS

UNIDAD I

# NECESIDAD DEL CONTROL DE PROCESOS

Los procesos son afectados por varias razones, ocasionando en la mayoría de las veces que los resultados deseados no sean alcanzados, o sean alterados.

Por lo tanto los procesos requieren usualmente ser controlados según distintos criterios, entre los cuales se pueden destacar:

- Eliminar o reducir el error humano
- Reducir el trabajo y sus costos, que tienden a elevar el precio de los productos o servicios
- Minimizar el consumo de energía
- Reducir el tamaño de plantas
- Reducir almacenamientos intermedios
- Respetar los reglamentos ambientales
- Alcanzar y/o mantener un resultado deseado

# NECESIDAD DEL CONTROL DE PROCESOS

La medición y control en la industria son muy importantes, tanto desde el punto de vista del funcionamiento correcto del procesos como de la consideración del balance adecuado de materias primas o de productos finales.

La implantación del control automático de procesos industriales es hoy en día una actividad que tiene cada vez más un carácter **MULTIDISCIPLINARIO** y en la que intervienen aspectos técnicos, científicos y económicos.

# NECESIDAD DEL CONTROL DE PROCESOS

Los procesos industriales actuales sugieren que las fábricas pertenecen al futuro, tomando en cuenta que el movimiento y transformación de las materias tiene lugar **AUTOMÁTICAMENTE**, al parecer sin intervención humana.

Los procesos de forma general se clasifican en dos tipos diferentes, **CONTINUOS** con un flujo ininterrumpido de materia a través de distintos mecanismos de transporte y transformación y **DISCONTINUOS** con un flujo intermitente de materias.

# NECESIDAD DEL CONTROL DE PROCESOS

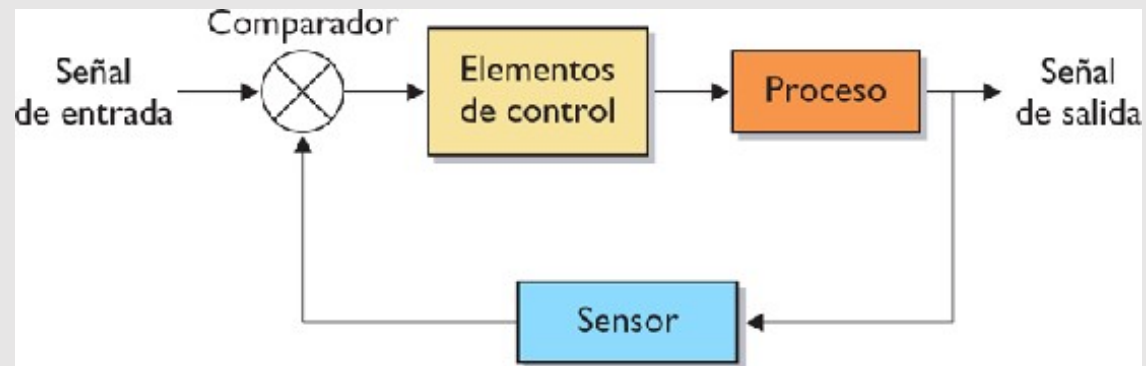
EL control de procesos colabora en la fabricación de materiales de alto valor de venta a partir de la transformación de materias primas.

En estos procesos se controlan variables como presión, caudal, nivel, temperatura, pH, conductividad, etc., y se efectúan medidas físicas y químicas de los materiales que son objeto de análisis.

# DEFINICIÓN DE CONTROL AUTOMÁTICO

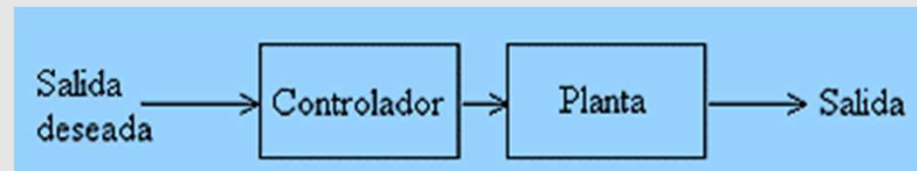
El significado del término **CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS** es un caso particular del término **AUTOMATIZACIÓN**.

La automatización se basa en el concepto de lazo o bucle de control de retroalimentación.



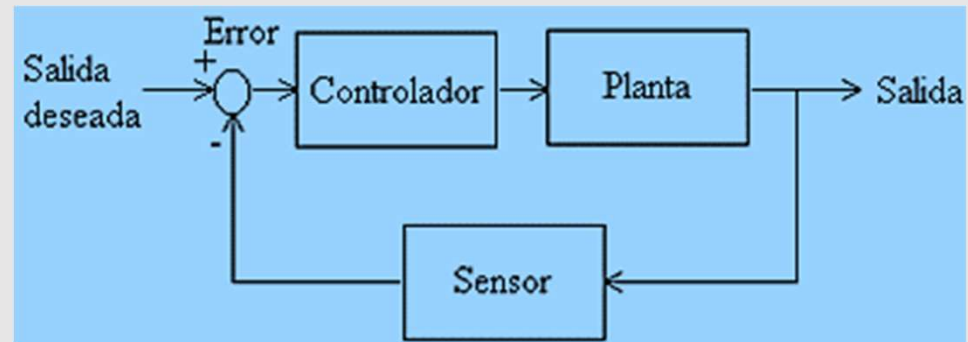
# SISTEMA DE LAZO ABIERTO

En este tipo de sistemas, si bien se puede controlar el proceso, no existe ningún tipo de acción para verificar que el producto final cumpla en su totalidad con las consignas requeridas, por tanto se carece también de algún tipo de acción para modificar el proceso en función del resultado.



# SISTEMA DE LAZO CERRADO

Se puede definir como la mejora del sistema de lazo cerrado, su principal diferencia radica en el hecho de poseer un componente de retroalimentación, cuya finalidad es la de verificar las condiciones del producto final, realizar un muestreo y compararlo con las consignas iniciales para realizar ajustes en el proceso de ser necesario.





# DEFINICIÓN DE CONTROL AUTOMÁTICO

El lazo cerrado implica la incorporación de ciertos elementos dentro del proceso, que son:

- **INSPECCIÓN:** Captar la variable a través de un elemento de medida o transmisión.
- **EVALUACIÓN:** Comparación de la variable de proceso con el punto de consigna y elaboración de la señal de corrección.
- **REACCIÓN:** Si se requiere, esto en el caso de requerir control sobre la variable.

El conjunto de los elementos antes mencionados actuando de manera armónica y coordinada se ha denominado **CIBERNÉTICA**.

# DEFINICIÓN DE CONTROL AUTOMÁTICO

Dos conceptos constituyen la base de la mayoría de las estrategias de control: **RETROALIMENTACIÓN** (feedback) y **ANTICIPATIVO** (feedforward).

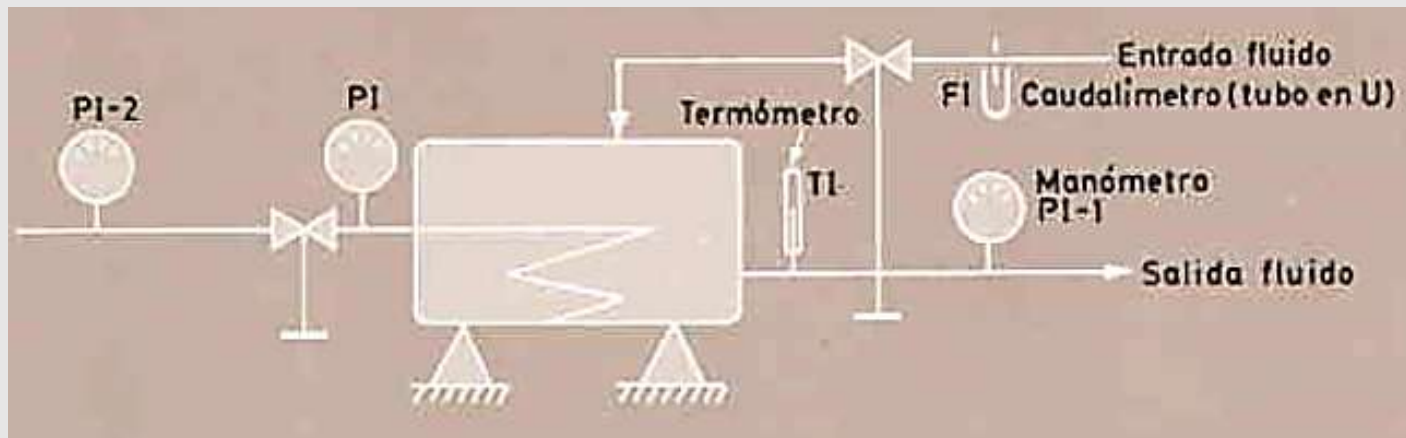
- **RETROALIMENTACIÓN:** Comparar la condición medida con la condición deseada e iniciar la acción correctiva basada en la diferencia: entre la condición deseada y la condición actual.
- **ANTICIPACIÓN:** Consiste en definir un momento futuro en el que se suscitará un hecho o conjunto de hechos y por tanto se tomarán acciones para reducir o evitar sus efectos.

# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS

Se inició con la implementación de aparatos como manómetros, termómetros y válvulas, todos montados localmente en lado del proceso. El control en esta etapa era totalmente manual, con muchos operadores vigilando las variables y accionando las válvulas manuales para modificar el proceso.

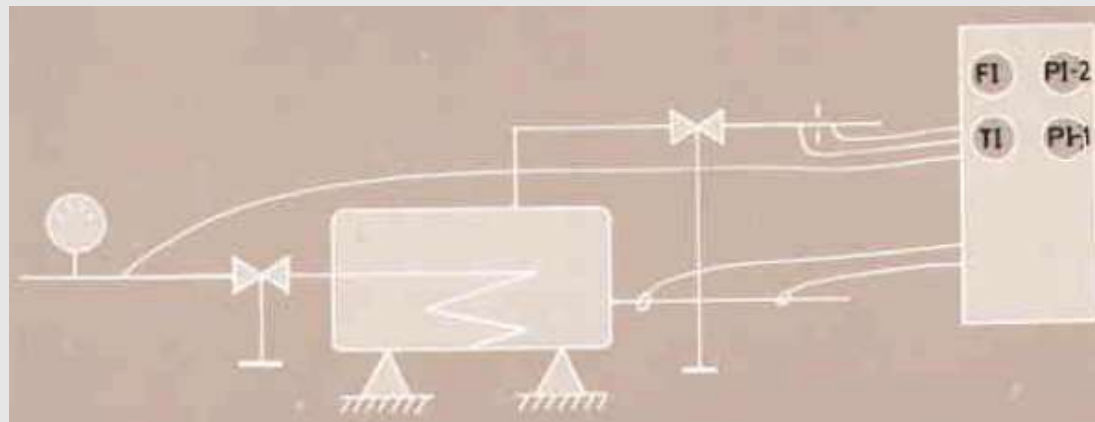
En esta fase la instalación del proceso era empírica y basada únicamente en los conocimientos y experiencias previas obtenidas durante la puesta en marcha de la planta.

# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS



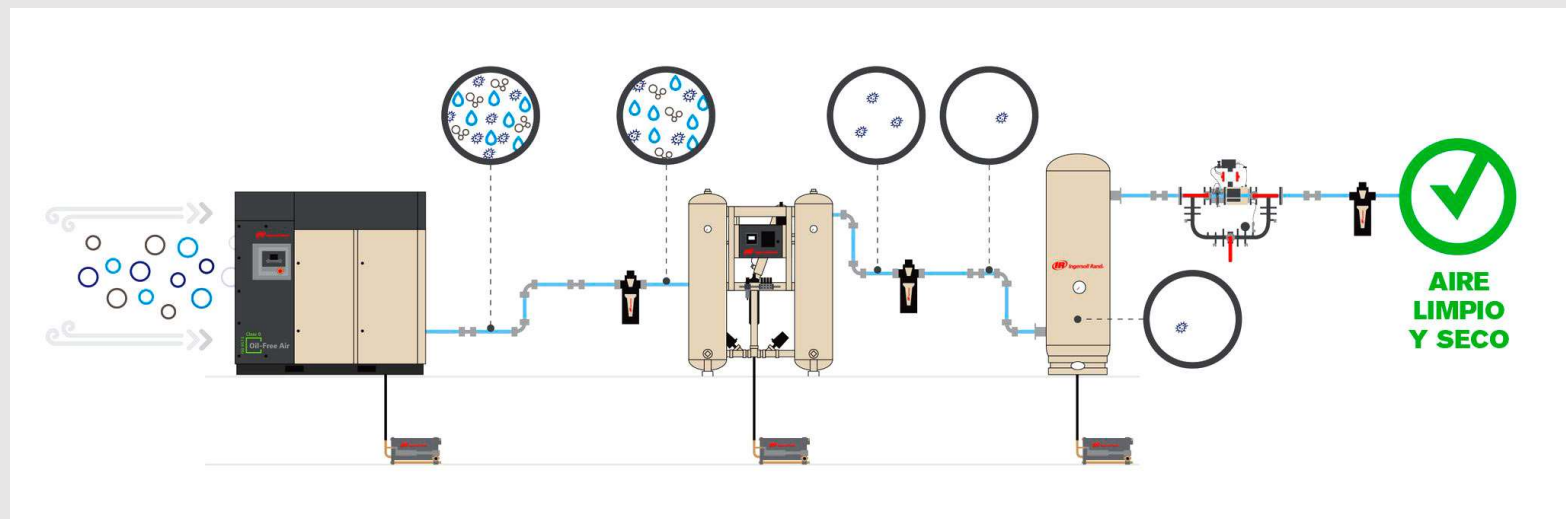
# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS

La siguiente etapa se caracterizó por la centralización de los instrumentos en un panel de control para facilitar la supervisión de las variables del proceso.



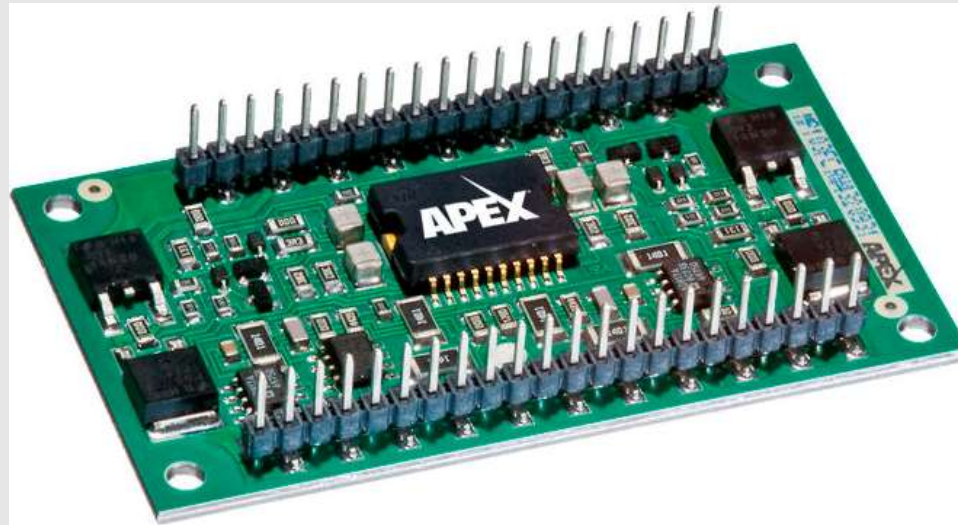
# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS

La siguiente etapa se identifica en la aparición, desarrollo y utilización de los sistemas neumáticos. De esta forma se lograba separar los fluidos empujados en el proceso de los paneles de control además de reducir la necesidad de la supervisión continua de los valores de las variables.



# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS

En la siguiente etapa podemos encontrar la incorporación de los sistemas electrónicos y el desarrollo de los mismos para mejorar cada vez el control de procesos.



# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS

Entre 1960 y 1965 la aparición de los primeros computadores y la incorporación de estos en los procesos genera una revolución en la gestión de los mismos.

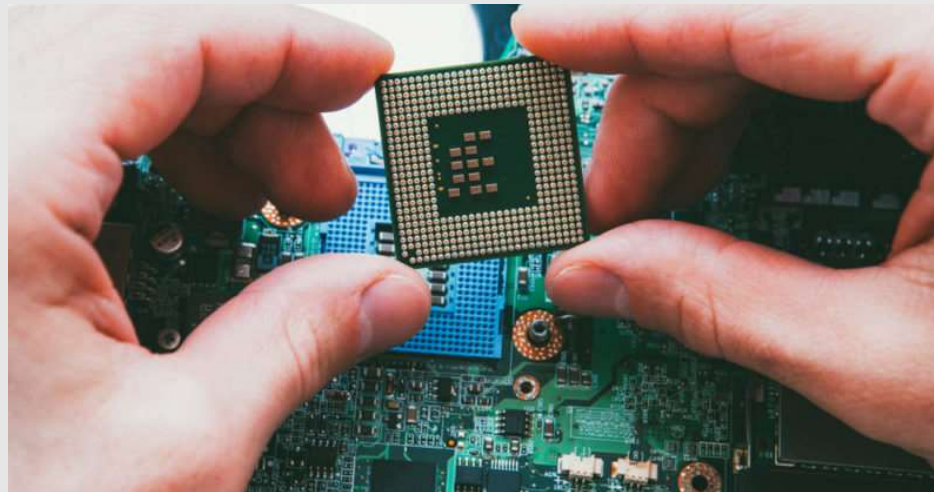


- Control Digital Directo (DDC).
- Control de Puntos de Consigna (SPC).
- Control Distribuido.



# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS

El microprocesador es la etapa mas alta de los procesos de control basados en tecnología contemporánea, ofrecía la posibilidad de volver mas compactos los procesos, transmitir información en tiempo real, controlar un mayor número de variables con mas precisión, etc.



# CRONOLOGÍA DEL CONTROL DE PROCESOS

En la actualidad, con la aparición y el desarrollo del Internet, se han producido saltos exponenciales en todos los ámbitos de la sociedad y desde luego en la industria, generando una verdadera revolución en sus procesos y gestión.



- Inteligencia Artificial (AI)
- Internet
- Industria 4.0

# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

Para automatizar un proceso podemos usar cualquier sistema que nos permita actuar sobre las salidas a controlar. A lo largo de la historia han habido diversas formas de implantación de los automatismos industriales.

- La lógica cableada (o electromecánica)
- La lógica neumática
- La lógica estática discreta
- La lógica estática integrada
- La lógica estática programada
- El ordenador de proceso
- El autómata programable industrial

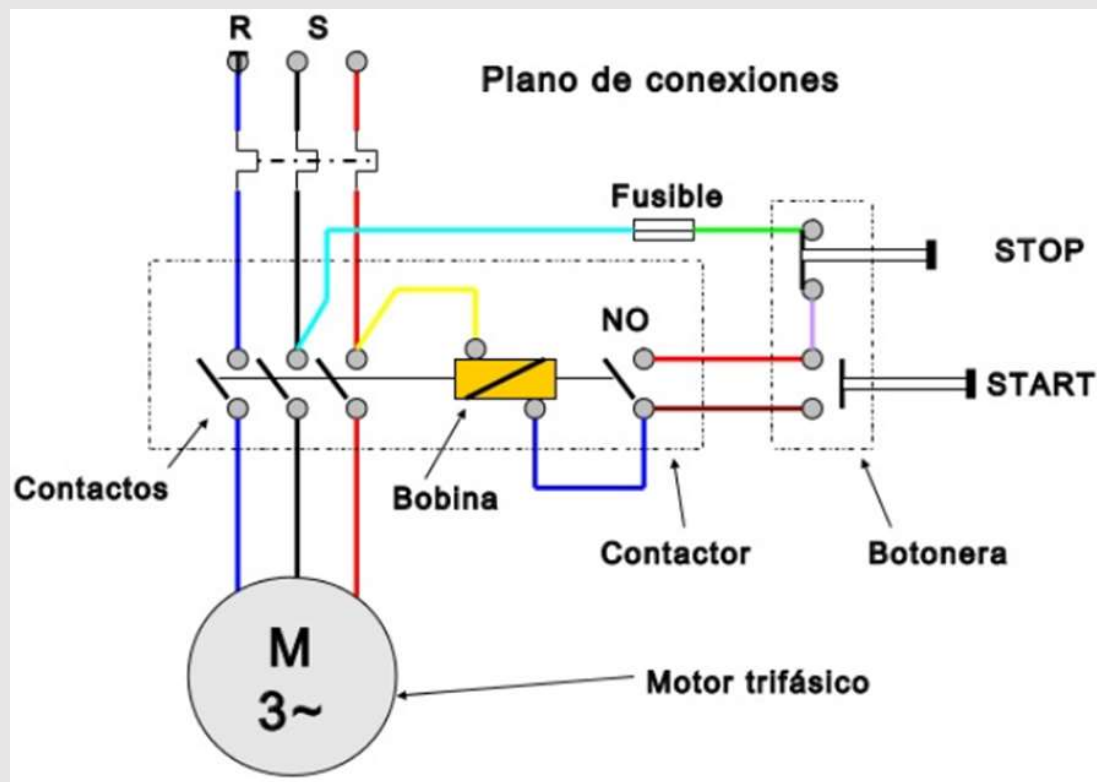
# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

**Lógica cableada (o electromecánica):** fue la primera que se usó y la de más difusión pues la mayoría de los automatismos se han hecho de esta manera. Consiste en interconectar relés con los elementos de entrada y salida para que, a base de conexiones en serie y en paralelo de elementos, al final se obtenga el automatismo deseado. Se dispone de diversos elementos: relés de conmutación, contactores, relés de funciones lógicas, temporizadores, relés de control, etc.

Tiene el inconveniente del gran volumen ocupado por el automatismo. Ciertamente, las dimensiones de un relé son importantes y las funciones que permite hacer son limitadas (enclavamiento, negación). La modificación de un automatismo pasa a menudo por desmontar una buena parte y cablearlo de nuevo. Además, a causa de la presencia de contactos móviles, necesitan un mantenimiento importante. En caso de automatismos sencillos esta solución continúa teniendo ventajas ya que la lógica cableada es la única que no requiere forzosamente un cambio de los niveles de tensión entre el automatismo y los elementos a controlar.

En cualquier caso las representaciones a base de relés todavía son la forma de representar un automatismo más familiar del personal de mantenimiento, lo cual hace que los autómatas programables usen un lenguaje de programación a base de diagramas de relés.

# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN



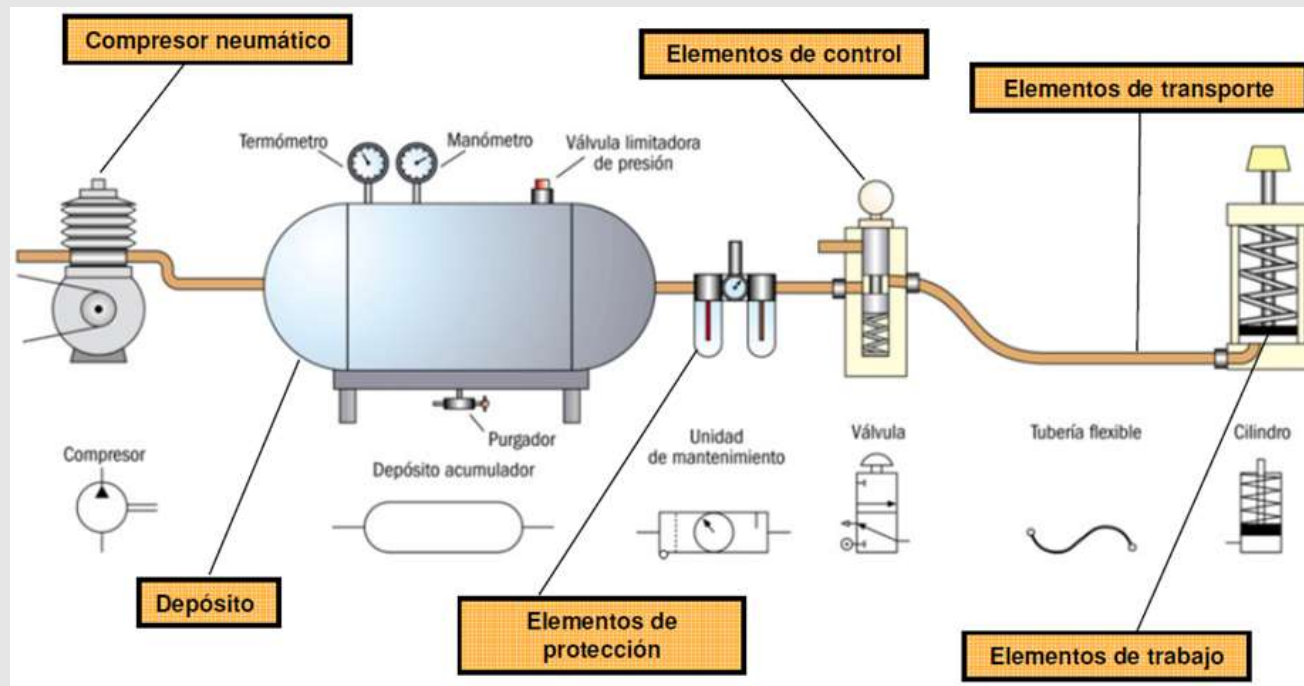
# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

**Lógica neumática:** se basa en usar aire comprimido y diversos tipos de elementos: válvulas distribuidoras, detectores, pulsadores y pilotos neumáticos, válvulas biestables, cilindros neumáticos, válvulas de funciones lógicas, etc.

Tiene la ventaja de que no se ve afectada por las interferencias electromagnéticas pero necesita mucho espacio y crea un ruido importante; además, es necesario un compresor. La distribución del aire comprimido es más compleja que la de la energía eléctrica a causa del diámetro de los tubos y del radio mínimo de curvatura. Necesita un mantenimiento importante.

La lógica neumática resulta interesante cuando se trata de automatismos sencillos que actúan sobre accionamientos neumáticos. En caso de que se requiera una potencia o precisión mayor puede usarse la hidráulica.

# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN



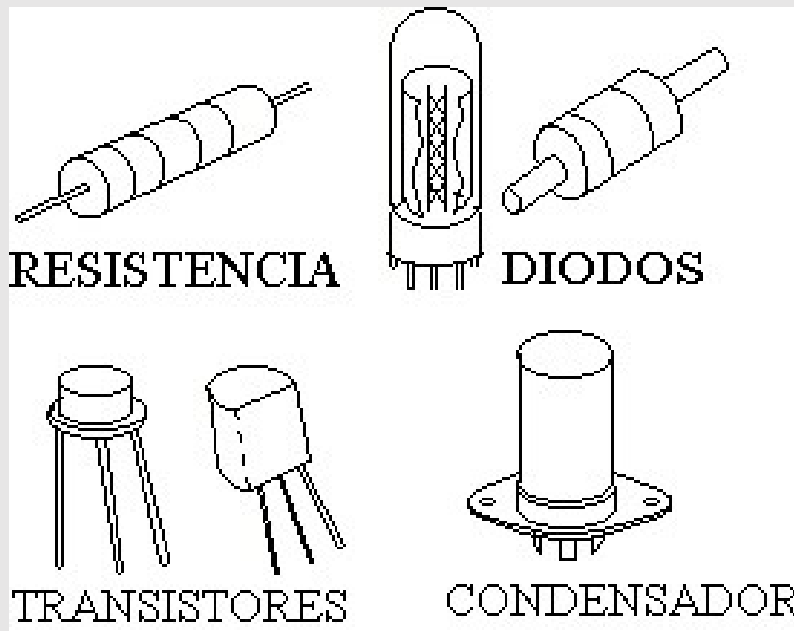
# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

**Lógica estática discreta:** poco después de la aparición de los transistores se empezaron a usar circuitos electrónicos para realizar las funciones. Los diseñadores montaban circuitos con resistencias, transistores y diodos a fin de controlar los automatismos. Este método tenía el inconveniente de que era preciso un cambio de niveles de tensión entre la potencia y la lógica pero en circuitos complejos significaba una importante reducción de volumen; además, el uso de componentes estáticos disminuía los problemas de mantenimiento, ya que no había ningún contacto móvil que se pudiese desgastar; esto les permitía también una mayor velocidad de respuesta.

Las puertas lógicas aparecieron para simplificar el montaje ya que se podían conectar directamente las entradas de una a la salida de otra sin tomar ningún tipo de precaución.



# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN



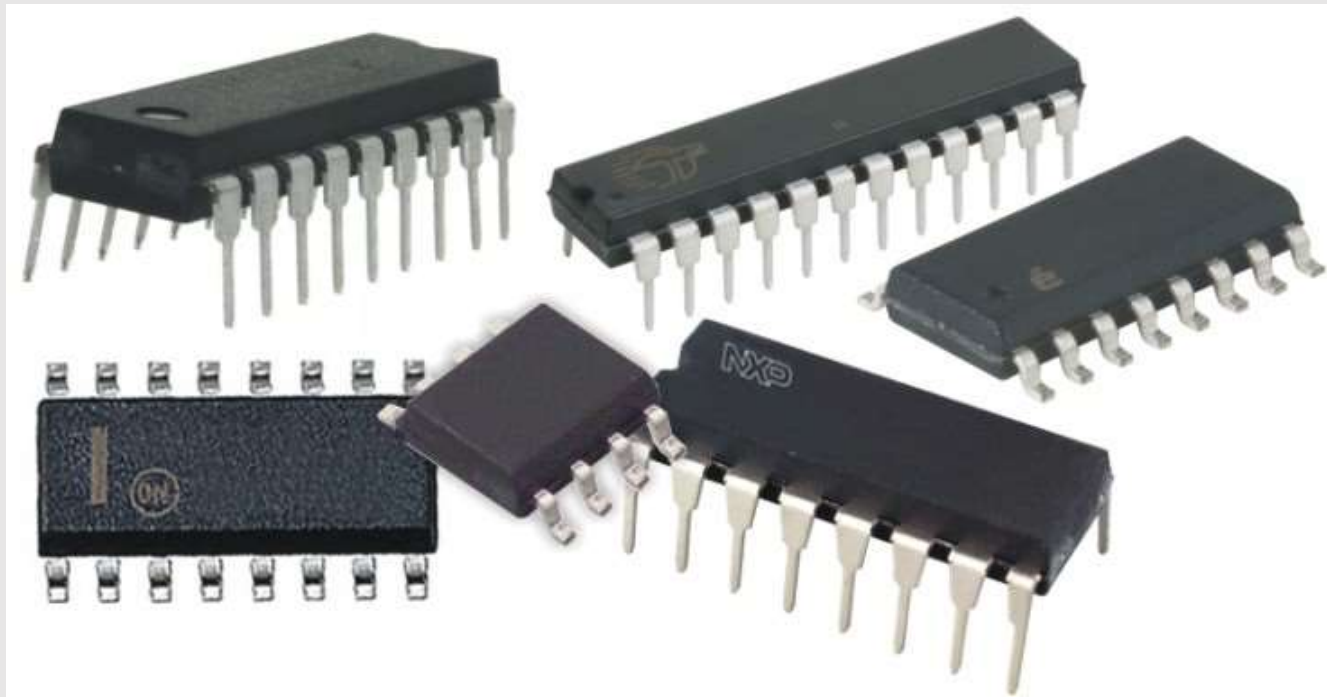
# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

**Lógica estática integrada:** con la aparición de los circuitos integrados las antiguas puertas con circuitos compactos se substituyeron por circuitos integrados con una mayor reducción de volumen. Con el tiempo la mayor parte de la lógica se redujo a dos familias: la TTL (a 5 volts) y la CMOS (habitualmente a 12 volts).

Se pueden encontrar circuitos integrados con las principales funciones: puertas lógicas, biestables, temporizadores, contadores, selectores, decodificadores, etc. Con la ventaja de que el volumen ocupado es menor que en todos los casos anteriores.

Presenta dos inconvenientes importantes, por un lado la necesidad de un cambio de niveles de tensión y por otro la imposibilidad de modificación; si es necesario hacer un cambio en el automatismo hay que tirar el circuito impreso y hacer uno nuevo.

# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN



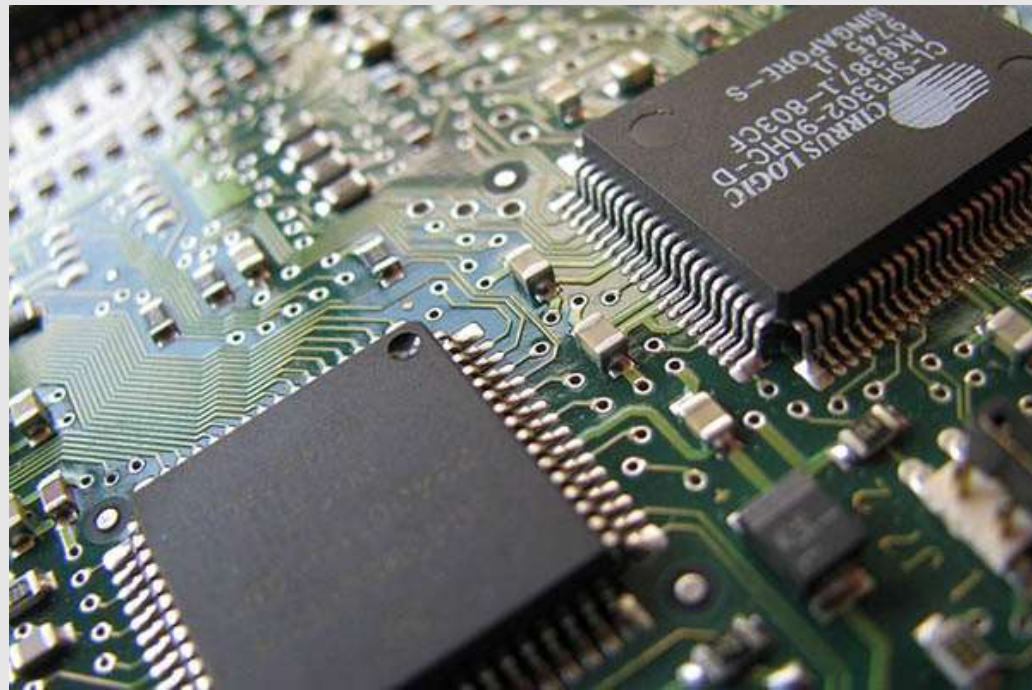
# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

**Lógica estática programada:** permite compactar mucho los circuitos pero tiene el inconveniente, como ya hemos visto, de la gran dificultad de modificación.

Para solucionar los problemas de la lógica estática (y de la lógica cableada) se usan los sistemas basados en microprocesador que permiten una mayor reducción del circuito electrónico y que sea programable; de esta forma la modificación de las relaciones lógicas es relativamente sencilla.

Continúa presentando el inconveniente de la dificultad de modificación dado que añadir una entrada o una salida adicional implicará confeccionar un nuevo circuito impreso.

# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN



# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

**Ordenador de proceso:** como mejora de los sistemas basados en microprocesador aparece el ordenador de proceso, parecido al ordenador de gestión pero preparado para funcionar en ambiente industrial y equipado con entradas y salidas. Presenta la ventaja adicional de estar capacitado para realizar cálculos complejos.

Tiene un inconveniente importante derivado del hecho de necesitar personal informático pero con conocimientos de automatización industrial y del proceso que se quiere automatizar para su programación.

# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN



# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

***Autómata programable industrial:*** ante esta problemática aparecieron los autómatas programables (o PLC, Programmable Logic Controller, controlador lógico programable). Inicialmente se concibieron como circuitos electrónicos basados en un microprocesador que tenían que funcionar como una lógica estática pero de manera que las funciones a realizar fuesen programadas y, por tanto, fácilmente modificables.

A fin de que la programación y el mantenimiento fuesen posibles sin una formación informática del personal, la inmensa mayoría de los equipos permitían una programación a base de reproducir un diagrama de relés.



# EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN



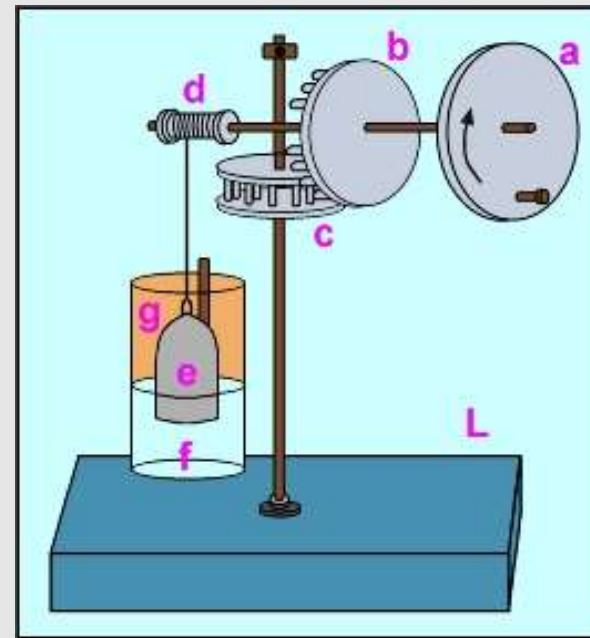
# CLASES DE AUTOMATISMOS

Los sistemas de control automatizado se clasificaran en función de los elementos que lo conforman, además se toma en cuenta también el principio de funcionamiento de la automatización. En esa consideración se tienen:

- Automatismos mecánicos.
- Automatismos eléctricos.
- Automatismos electrónicos.
- Automatismos neumáticos.
- Automatismos electroneumáticos.

# CLASES DE AUTOMATISMOS

**Automatismos mecánicos:** son los más antiguos, se siguen utilizando, pero cada vez menos. Realizados con piezas mecánicas, como ruedas dentadas, bielas, palancas etc. No permiten controles en lazo cerrado.



# CLASES DE AUTOMATISMOS

**Automatismos eléctricos:** su característica principal es que ocupan la electricidad y todos los fenómenos que a partir de ella se pueden producir, como el electromagnetismo, para realizar la automatización. Estos sistemas constan de los siguientes elementos:

- Temporizadores, relés, contactos (sistema de control).
- Contactores (Preaccionadores).
- Motores (actuadores).
- Interruptores de posición, células, detectores, etc. (Sensores).
- Pulsadores e interruptores (Accionado por el operario).



# CLASES DE AUTOMATISMOS

**Automatismos electrónicos:** emplean los mismos elementos de los sistemas eléctricos pero además incorporan los siguientes elementos:

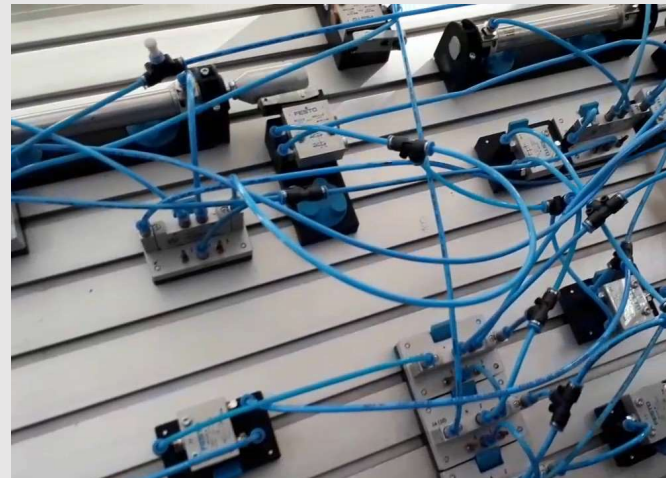
- Operadores lógicos, memorias, contadores; no son programables y están diseñados para una sola tarea.
- Miniordenadores, autómatas programables, microprocesador que sirven para variar las tareas y tienen que ser programados.



# CLASES DE AUTOMATISMOS

**Automatismos neumáticos:** sustituye el uso de electricidad por aire comprimido, normalmente consta de los siguientes elementos:

- Células neumáticas, temporizadores, secuenciadores. Con ellos se forma el sistema de control.
- Distribuidores monoestables y biestables, son los preactuadores.
- Cilindros de doble efecto y de simple efecto, son los actuadores del proceso.
- Interruptores de posición neumáticos, vacuostatos, captadores de caída de presión, que actúan como sensores.
- El operario en vez de actuar en un sistema eléctrico aquí opera con elementos neumáticos.



# CLASES DE AUTOMATISMOS

***Automatismos electroneumáticos:*** presentan las ventajas de los sistemas eléctricos y electrónicos además de los neumáticos.

Haciéndose la adaptación de uno a otro mediante electroválvulas. Solo los preactuadores y actuadores son de tipo neumáticos.

